



617443534

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 33 264 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 04 B 1/10**  
F 03 C 1/053

⑳ Aktenzeichen: 100 33 264.1  
㉔ Anmeldetag: 10. 7. 2000  
㉕ Offenlegungstag: 18. 10. 2001

DE 100 33 264 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:  
100 17 951. 7 11. 04. 2000

⑦① Anmelder:  
Mannesmann Rexroth AG, 97816 Lohr, DE

⑦④ Vertreter:  
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 80336 München

⑦② Erfinder:  
Shrive, Chris, Dunfermline, Fife, GB; Cunningham,  
Sinclair, Kirkcaldy, GB

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Radialkolbenmaschine

⑤⑦ Offenbart ist eine Radialkolbenmaschine mit mehreren, in jeweils einem Zylinderraum geführten Radialkolben, wobei die Zylinderräume über Steuerdurchbrüche mit Zulauf- bzw. Ablaufkanälen für Druckmittel verbindbar sind. Die Mündungsquerschnitte der Steuerdurchbrüche und der Zulauf- und Ablaufkanäle sind mit gekrümmten Stirnflächenabschnitten versehen.

DE 100 33 264 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Radialkolbenmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der DE 40 04 932 C2 ist eine Radialkolbenmaschine bekannt, bei der ein Zylinderblock mit einer Vielzahl von in Radialrichtung angeordneten Zylinderräumen drehbar in einem Gehäuse gelagert ist. In jedem Zylinderraum ist ein Kolben geführt, dessen aus dem Zylinderblock vorstehender Endabschnitt an einem Hubring abgestützt ist. Dieser Hubring hat eine Vielzahl von Steuernocken, über die bei der Rotation des Zylinderblocks eine Radialverschiebung der Kolben erfolgt. Im Gehäuse der Radialkolbenmaschine sind Zulauf- und Rücklaufkanäle für Druckmittel ausgebildet, die wechselweise mit Steuerdurchbrüchen im Zylinderblock in Überdeckung bringbar sind, über die die Druckmittelzufuhr und -abfuhr zum bzw. von den Zylinderräumen steuerbar ist.

[0003] Bei dem in der DE 40 04 932 C2 offenbarten Ausführungsbeispiel sind die Steuerdurchbrüche im Zylinder und die Mündungsquerschnitte im Gehäuse mit einem kreisförmigen Querschnitt ausgeführt. Nachteilig bei einer derartigen Lösung ist, daß die Verbindung zu den Zylinderräumen aufgrund der kreisförmigen Steuerquerschnitte vergleichsweise langsam auf- bzw. zugesteuert wird, so daß Strömungsverluste auftreten können.

[0004] Dieser Nachteil wird durch eine in der EP 0 263 218 B1 offenbarte Lösung überwunden, bei der die Steuerquerschnitte nicht kreisförmig sondern etwa trapezförmig ausgebildet sind. Die Seitenflächen dieser trapezförmigen Querschnitte können dabei nach innen gewölbt oder eben ausgeführt sein.

[0005] Durch eine derartige Lösung lassen sich zwar Strömungsverluste beim Auf- und Zusteuern der Verbindung zu den Zylinderräumen minimieren, es bedarf jedoch eines erheblichen fertigungstechnischen Aufwandes, um die trapezförmigen Steuerdurchbrüche auszubilden.

[0006] Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Radialkolbenmaschine zu schaffen, die mit minimalen Strömungsverlusten behaftet und mit minimalem fertigungstechnischem Aufwand herstellbar ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Radialkolbenmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0008] Erfindungsgemäß sind die Durchbrüche zur Steuerung der Druckmittelzu- und abfuhr mit gekrümmten Stirnflächen ausgeführt, wobei unter Stirnflächen die in Radialrichtung innen bzw. außenliegenden Umfangsflächenabschnitte verstanden werden. Derartige gekrümmte Stirnflächen lassen sich wesentlich einfacher als die aus der EP 0 263 218 A1 bekannten geradlinigen Stirnflächenabschnitte herstellen, so daß der fertigungstechnische Aufwand minimiert ist. Ein derartiger Steuerquerschnitt ist durch die Erstreckung des Steuerdurchbruchs in Radialrichtung anpaßbar, ohne daß es einer Vergrößerung der Breite (quer zur Radialrichtung) bedarf.

[0009] Der Krümmungsradius des radial innenliegenden Stirnflächenabschnittes ist vorzugsweise geringer als derjenige des radial außenliegenden Stirnflächenabschnittes ausgeführt.

[0010] Bei der aus der DE 40 04 932 C2 bekannten Lösung war die Vergrößerung des Steuerquerschnittes nur durch Vergrößerung des Durchmessers möglich. Da die Steuerdurchbrüche und die Mündungsquerschnitte vorzugsweise jedoch mit Nullüberdeckung ausgeführt sind, ist die Maximalbreite der Steuerdurchbrüche und Mündungsquerschnitte begrenzt, so daß der Bohrungsdurchmesser bei der bekannten Lösung nicht beliebig vergrößerbar ist.

[0011] Erfindungsgemäß wird es bevorzugt, wenn die

Stirnflächenabschnitte jeweils einen gleichbleibenden Krümmungsradius aufweisen, so daß sie durch Bohrungen ausgebildet werden können. Dies ermöglicht es, die Stirnflächenabschnitte durch zwei Durchgangsb Bohrungen auszubilden.

[0012] Die Fertigung der Durchbrüche ist besonders einfach, wenn die beiden Bohrungen einander überlappen, so daß die Durchbrüche alleine durch Ausbilden der beiden Bohrungen ausgeführt werden können und dann einen etwa achtförmigen Querschnitt aufweisen.

[0013] Alternativ dazu können die gekrümmten Stirnflächen über Tangentialflächen miteinander verbunden werden. Bei unterschiedlichen Krümmungsradien liegt der Schnittpunkt der beiden Tangentialflächen in der Symmetrieachse des sich in Radialrichtung nach innen verjüngenden Steuerquerschnitts liegt.

[0014] Die Herstellung ist besonders einfach, wenn die Geometrie der zylinderblockseitigen Steuerdurchbrüche und der gehäuseseitigen Mündungsquerschnitte identisch gewählt ist. Wie vorstehend bereits erwähnt, wird es bevorzugt, daß die Mündungsquerschnitte und die Steuerdurchbrüche mit Nullüberdeckung zueinander ausgeführt sind, so daß ein schnellstmögliches Auf- und Zusteuern der Verbindung zu den Zylinderräumen gewährleistet ist.

[0015] Die Herstellung der Steuerdurchbrüche und der Mündungsquerschnitte läßt sich weiter vereinfachen, wenn diese jeweils in einer Steuerscheibe ausgebildet sind, die am Zylinderblock oder am Gehäuse befestigt sind.

[0016] Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Unteransprüche.

[0017] Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0018] Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Radialkolbenmotor;

[0019] Fig. 2 eine Detaildarstellung einer Steuerscheibe zur Steuerung der Druckmittelzufuhr und -abfuhr zu Zylinderräumen der Radialkolbenmaschine;

[0020] Fig. 3 geometrische Details eines Steuerdurchbruchs der Steuerscheibe aus Fig. 2;

[0021] Fig. 4 eine vereinfachte Ausführung eines Steuerdurchbruchs für eine Steuerscheibe gemäß Fig. 2 und die

[0022] Fig. 5 und 6 weitere vereinfachte Ausführungen eines Steuerdurchbruchs.

[0023] Fig. 1 zeigt eine stark vereinfachte Schnittdarstellung eines Radialkolbenmotors 1, der nach dem Mehrhubprinzip aufgebaut ist. Dieser Radialkolbenmotor 1 hat ein Gehäuse 2, an dem ein Hubring 4 festgeschraubt ist. Innerhalb des Gehäuses 2 ist eine Abtriebswelle 6 gelagert, die über eine Außenverzahnung mit einem als Rotor ausgebildeten Zylinderblock 8 verbunden ist. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind in dem Zylinderblock 8 acht Zylinderbohrungen 10 ausgebildet, in denen jeweils ein Kolben 12 radial verschiebbar geführt ist. Zwischen dem radial innenliegenden Kolbenboden 14 und dem Boden der Zylinderbohrung 10 ist jeweils ein Zylinderraum 16 begrenzt, in den Druckmittel einspeisbar ist. An dem vom Zylinderraum 16 entfernten Endabschnitt jedes Kolbens 12 ist eine Rolle 18 gelagert, die während der Rotationsbewegung des Zylinderblocks 8 auf einer Steuerkurve 20 des Hubrings 4 abrollen.

[0024] Wie aus der Darstellung gemäß Fig. 1 hervorgeht, ist die Steuerkurve 20 mit 6 radial vorspringenden Steuernocken 22 ausgeführt. Beim Hochlaufen an diesen Steuernocken 22 werden die Kolben 12 radial nach innen in Richtung ihres inneren Totpunktes bewegt. Zwischen zwei benachbarten Steuernocken 22 ist jeweils ein Tal 24 ausgebildet, so daß sich die Kolben 12 im Scheitel der Täler 24 an ih-

rem äußeren Totpunkt befinden, in dem der Zylinderraum sein Maximalvolumen hat.

[0025] Jedem der Zylinderräume 16 ist ein im Zylinderblock 8 ausgebildeter Steuerdurchbruch 26 zugeordnet, durch den das Druckmittel je nach Kolbenstellung zugeführt oder abgeführt wird. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel sind entsprechend der Kolbenanzahl acht Steuerdurchbrüche 26 auf einem Teilkreis am Umfang verteilt.

[0026] Bei der Darstellung gemäß Fig. 1 ist ein hinter der Zeichenebene liegendes und in das Gehäuse 2 eingesetztes Steuergehäuse 30, das durch den Zylinderblock 8 verdeckt ist, mit seinem inneren und äußeren Umfang nur gestrichelt dargestellt. In diesem Steuergehäuse 30 sind Zulauf- und Ablaufkanäle 32, 34 ausgebildet, die in der Darstellung gemäß Fig. 1 ebenfalls lediglich gestrichelt angedeutet sind. Entsprechend der Anzahl der Steuernocken 22 münden stirnseitig jeweils sechs Zulaufkanäle 32 und sechs Ablaufkanäle 34, die wechselweise gleichmäßig über einen Teilkreis verteilt sind, dessen Durchmesser demjenigen des Teilkreises der Steuerquerschnitte 26 entspricht. Bei der Darstellung gemäß Fig. 1 ist zu beachten, daß die um 45° zur Horizontal- bzw. Vertikalen angestellten Mündungsquerschnitte der Zulauf- bzw. Ablaufkanäle 32, 34 durch die mit durchgezogener Linie dargestellten Steuerdurchbrüche 26 überdeckt sind.

[0027] Die Zulaufkanäle sind offen zu einem ersten Ringkanal, der sich radial zwischen dem Steuergehäuse 30 und dem Gehäuse 2 befindet und mit einem Zulaufanschluß am Gehäuse 2 verbunden ist, und die Ablaufkanäle 34 sind offen zu einem zweiten Ringkanal, der sich, axial zum ersten Ringkanal beabstandet, ebenfalls radial zwischen dem Steuergehäuse 30 und dem Gehäuse 2 befindet und mit einem Ablaufanschluß am Gehäuse 2 verbunden ist.

[0028] Je nach konstruktiver Ausgestaltung können sich die Steuerdurchbrüche 26 und/oder die Mündungsquerschnitte der Zulauf- und Ablaufkanäle 32, 34 als Axialbohrungen im Zylinderblock 8 bzw. im nur angedeuteten Steuergehäuse 30 oder aber – ähnlich wie bei den in der eingangs genannten EP 0 263 218 A1 beschriebenen Ausführungsbeispielen – in Steuerscheiben befinden, die auf den Zylinderblock 8 bzw. das Steuergehäuse aufgesetzt sind und durch die jeweils lediglich die stirnseitigen Mündungsbereiche der zugeordneten Kanäle ausgebildet werden. Derartige die Mündungsquerschnitte ausbildenden Steuerscheiben sind einfacher herstellbar, als Bohrungen oder Ausfräsungen im Gehäuse 2 oder im Zylinderblock 8.

[0029] In den Fig. 2 und 3 sind die geometrischen Verhältnisse eines Steuerdurchbruchs 26 und des zugeordneten Öffnungsquerschnitts eines Zulauf- und eines Ablaufkanals 32, 34 dargestellt. Wie bereits erwähnt, sind die Mündungsquerschnitte 36, 38 der Kanäle 32 bzw. 34 sowie die Steuerdurchbrüche 26 mit identischer Geometrie ausgeführt, die anhand von Fig. 3 beschrieben wird. Bei diesem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die in Radialrichtung diametral zueinander angeordneten Stirnflächenabschnitte 40, 42 jeweils mit einem Krümmungsradius  $r_2$  bzw.  $r_1$  ausgeführt, wobei der Krümmungsradius  $r_2$  des radial außenliegenden Stirnflächenabschnittes 40 größer ist als der Krümmungsradius  $r_1$  des radial innenliegenden Stirnflächenabschnittes. Im Grenzfall können beide Stirnflächen 40, 42 mit identischen Radien  $r$  ausgeführt sein.

[0030] Die die beiden Stirnflächenabschnitte 40, 42 verbindenden Seitenflächen 44 sind bei dem in den Fig. 2 und 3 dargestellten Ausführungsbeispiel als Tangentialflächen zu den Stirnflächenabschnitten 40, 42 ausgebildet, wobei diese Tangentialebenen einander in der in Radialrichtung angeordneten Symmetrieebene 48 treffen. Dieser Schnittpunkt der beiden Tangentialebenen kann beispielsweise in der

Achse der Abtriebswelle 6 liegen.

[0031] Ein derartiger Durchbruch 26 (32, 34) ist äußerst einfach herstellbar, da beispielsweise die beiden Stirnflächenabschnitte 42, 40 durch Bohrungen ausgebildet werden können, und anschließend die Tangentialflächen 44, 46 durch Fräsen oder ähnliches gefertigt werden können:

[0032] Wie insbesondere aus Fig. 2 entnehmbar ist, sind die Geometrien und der Abstand zweier benachbarter Mündungsquerschnitte 36, 38 derart gewählt, daß in der dargestellten Relativposition dazwischenliegend ein Steuerdurchbruch 26 mit Nullüberdeckung angeordnet werden kann. In dieser Relativposition sind die Seitenflächen 44, 46 des Steuerdurchbruchs 26 in Axialrichtung fluchtend zu den benachbarten Seitenflächen der benachbarten Mündungsquerschnitte 36, 38 angeordnet. D. h., die in dieser Relativposition erfolgt weder eine Druckmittelzufuhr noch eine Druckmittelabfuhr zu bzw. von dem zugeordneten Zylinderraum 16.

[0033] Bei einer weiteren Verdrehung des Steuerdurchbruchs 26 relativ zu den Mündungsquerschnitten 36, 38 wird durch die vergleichsweise lange Seitenfläche 44 bzw. 46 des Steuerdurchbruchs 26 sehr schnell ein großer Querschnitt des Zulauf- oder Ablaufkanals 32, 34 aufgesteuert, so daß die Strömungsverluste beim Umsteuern minimal sind.

[0034] Fig. 4 zeigt ein vereinfachtes Ausführungsbeispiel, bei dem der Herstellungsaufwand für die Steuerdurchbrüche 26 bzw. die Mündungsquerschnitte 36, 38 gegenüber dem vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel weiter minimiert ist. Bei dem in Fig. 4 beispielhaft dargestellten Steuerdurchbruch 26 werden die Stirnflächenabschnitte 40, 42 ähnlich wie beim vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel durch zwei Bohrungen mit dem Radius  $r_1$  und  $r_2$  ausgebildet. Der Axialabstand  $d$  der beiden Bohrungen ist geringer als die Summe  $r_1 + r_2$ , so daß die beiden Bohrungen einander überlappen. Es ergibt sich ein etwa achtförmiger Mündungsquerschnitt, wobei die nach innen vorspringenden Seitenflächen nicht wie beim vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel nachgearbeitet werden. Bei diesem vereinfachten Ausführungsbeispiel wird die vereinfachte Herstellung mit einem langsameren Auf- bzw. Zusteuern der Zulauf- bzw. Ablaufkanäle 32, 34 erkaufte.

[0035] Bei den vorbeschriebenen Ausführungsbeispielen verjüngen sich die Steuerdurchbrüche 26 in Radialrichtung zur Achse des Radialkolbenmotors hin. Die Fig. 5 und 6 zeigen zwei weitere Varianten eines Steuerdurchbruchs 26, der gegenüber den vorbeschriebenen Lösungen noch einfacher herstellbar ist.

[0036] Bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Steuerdurchbruch 26 ähnlich wie bei dem anhand Fig. 4 beschriebenen Ausführungsbeispiel durch zwei einander überlappende Bohrungen mit dem Durchmesser  $r_1 = r_2$  ausgeführt. Die Überlappungen der beiden Bohrungen erfordert, daß der Abstand  $d$  kleiner als das Maß  $2 r_1$  ( $2 r_2$ ) ist. Diese Variante läßt sich beispielsweise auf einfache Weise durch Bohren herstellen, wobei kein Umspannen des Bohrers wie bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel erforderlich ist.

[0037] Fig. 6 zeigt schließlich ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Stirnflächenabschnitte 40, 42 ebenfalls durch zwei Bohrungen mit dem Durchmesser  $r_2 = r_1$  ausgeführt sind. Bei dieser Variante ist der Abstand  $d$  zwischen den beiden Bohrungsmittelpunkten größer als die Summe der beiden Radien  $2 r_1$  ( $2 r_2$ ), so daß kein Überlappungsbereich vorhanden ist. Die beiden Bohrungsabschnitte sind dann wie bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel durch tangential verlaufende Seitenflächen 44, 46 verbunden, so daß sich praktisch ein Langloch ergibt, dessen Breite gleich

dem Durchmesser  $r_1$  ist. D. h., bei den in den Fig. 5, 6 gezeigten Varianten sind die Steuerdurchbrüche 26 somit nicht in Radialrichtung verjüngt ausgeführt.

[0038] Selbstverständlich können die vorbeschriebenen Querschnitte auch durch andere Bearbeitungsverfahren als Bohren, wie beispielsweise Fräsen, Draht- oder Senkerodieren hergestellt werden.

[0039] Die Fläche der Öffnungsquerschnitte kann durch geeignete Wahl des Abstands  $d$  zwischen den Stirnflächenabschnitten an unterschiedliche Anforderungen angepaßt werden, wobei der oder die Bohrungsdurchmesser praktisch unverändert bleiben, so daß die Nullüberdeckung gewährleistet ist.

[0040] Offenbart ist eine Radialkolbenmaschine mit mehreren, in jeweils einem Zylinderraum geführten Radialkolben, wobei die Zylinderräume über Steuerdurchbrüche mit Zulauf- bzw. Ablaufkanälen für Druckmittel verbindbar sind. Die Mündungsquerschnitte der Steuerdurchbrüche und der Zulauf- und Ablaufkanäle sind mit gekrümmten Stirnflächenabschnitten versehen.

henden Patentansprüche, wobei die Steuerdurchbrüche (26) und die Mündungsquerschnitte (36, 38) mit Nullüberdeckung ausgebildet sind.

---

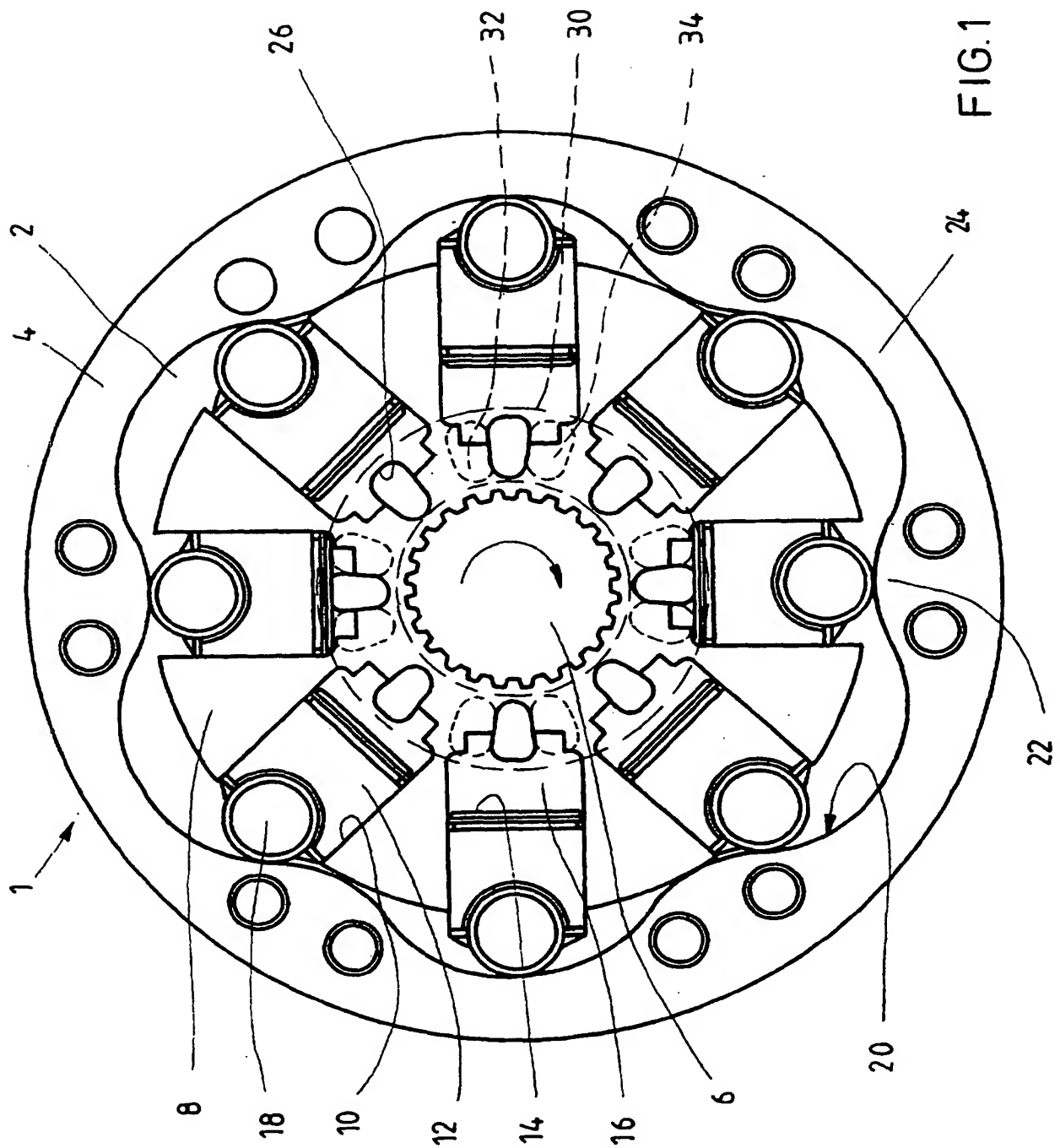
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Patentansprüche

1. Radialkolbenmaschine mit einem in einem Gehäuse (2) gelagerten Zylinderblock (8), in dem eine Vielzahl von in Zylinderräumen (16) geführten und an einem Hubring (4) abgestützten Kolben (12) gelagert ist, und mit einer Vielzahl von zylinderblockseitigen Steuerdurchbrüchen (26), die zur Zu- und Ablaufsteuerung in Überdeckung mit Mündungsquerschnitten (36, 38) gehäuseseitiger Zulauf- und Ablaufkanäle (32, 34) bringbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuerdurchbrüche (26) und/oder die Mündungsquerschnitte (36, 38) gekrümmte Stirnflächenabschnitte (40, 42) und in Radialrichtung eine größere Längserstreckung als quer dazu haben.
2. Radialkolbenmaschine nach Patentanspruch 1, wobei der mittlere Krümmungsradius ( $r_2$ ) des radial außenliegenden Stirnflächenabschnittes (40) größer ist als derjenige des innenliegenden Stirnflächenabschnittes (42).
3. Radialkolbenmaschine nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei die Stirnflächenabschnitte (40, 42) jeweils einen gleichbleibenden Krümmungsradius ( $r_1$ ,  $r_2$ ) aufweisen.
4. Radialkolbenmaschine nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, wobei die Krümmungsmittelpunkte um weniger als die Summe der Krümmungsradien ( $r_1 + r_2$ ) voneinander entfernt sind.
5. Radialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Stirnflächenabschnitte (40, 42) durch etwa tangential verlaufende Seitenflächen (44, 46) miteinander verbunden sind.
6. Radialkolbenmaschine nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, wobei die Stirnflächenabschnitte (40, 42) durch zwei einander überlappende Bohrungen ausgebildet sind.
7. Radialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Geometrie der Steuerdurchbrüche (26) und der Mündungsquerschnitte (36, 38) identisch ist.
8. Radialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Steuerdurchbrüche (26) und/oder die Mündungsquerschnitte (36, 38) jeweils an einer Steuerscheibe ausgebildet sind, die stirnseitig am Zylinderblock (8) bzw. am Gehäuse (2) festgelegt ist.
9. Radialkolbenmaschine nach einem der vorherge-

- Leerseite -



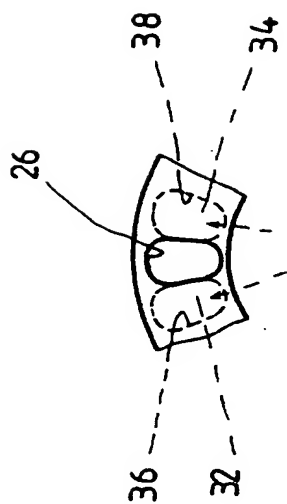


FIG. 2

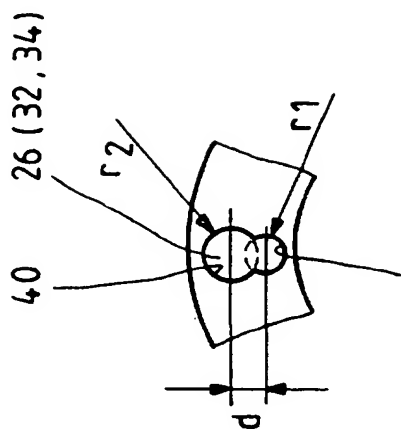


FIG. 4

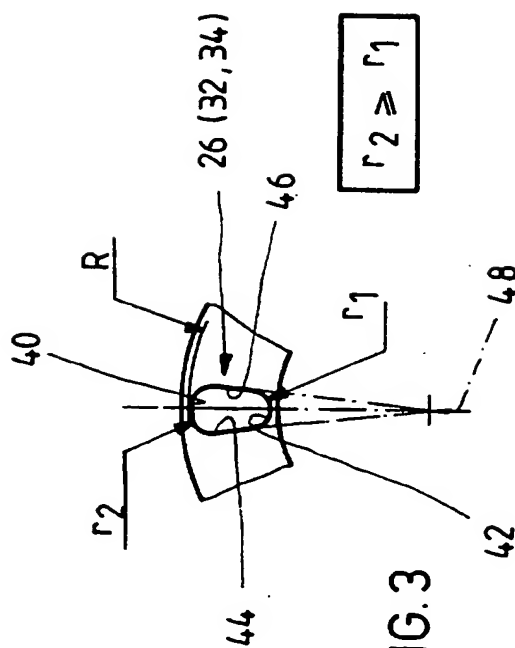
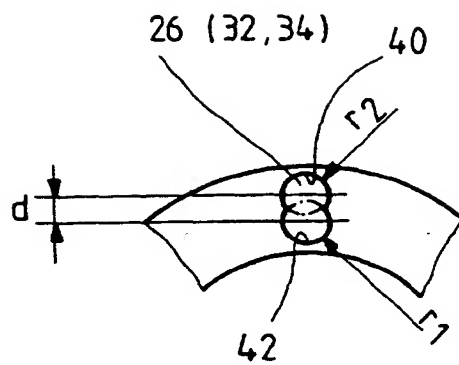
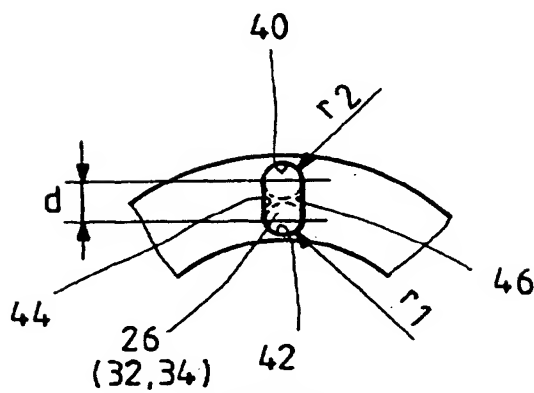


FIG. 3



$$\begin{aligned} r_1 &= r_2 \\ d &< 2r_1 \end{aligned}$$

FIG. 5



$$\begin{aligned} r_2 &= r_1 \\ d &> 2r_1 \end{aligned}$$

FIG. 6